

► März – April 2010

mikado *plus*

Themenmagazin für Zimmermeister

TES EnergyFacade

Modernisieren mit Holzbaulösungen

Bauablauf

Aufmaßtechniken

Konstruktion

Brandschutz



Einleitung

Fassadenmodernisierung – die große Chance für den Holzbau

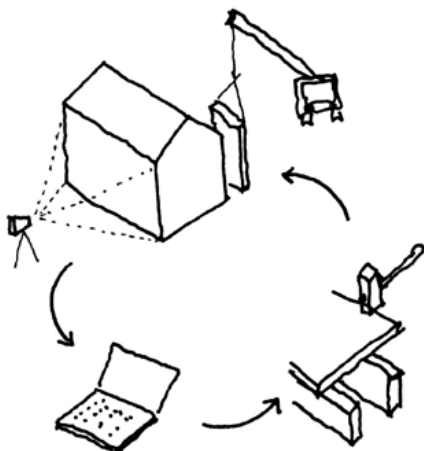
► Das europäische Forschungsprojekt „TES EnergyFacade“ entwickelte in den Jahren 2008 und 2009 eine systematische Methode für die Gebäudemodernisierung mit vorgefertigten großformatigen Holzrahmenelementen.

Die energieeffiziente Modernisierung von Bestandsgebäuden ist eine der großen Bauaufgaben der Zukunft. Der moderne Holzbau bietet dafür innovative technische Lösungen. Der Einsatz vorgefertigter Holztafelelemente bringt zahlreiche Vorteile:

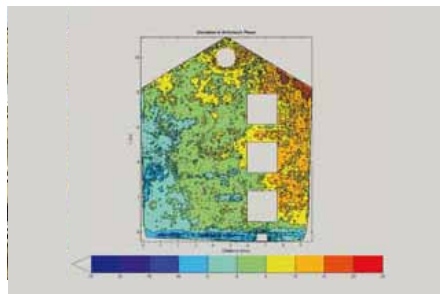
- ▶ Die Bauabläufe sind durchgehend geplant und aufeinander abgestimmt
- ▶ Die Präzision und Qualität der Elemente ist hoch
- ▶ Die Ökobilanz ist durch die Materialeigenschaften von Holz hervorragend
- ▶ Die bauphysikalischen Eigenschaften der Gebäudehülle verbessern sich
- ▶ Die Bauzeit und damit die Störungen des Wohnumfelds reduzieren sich
- ▶ Das Bausystem ist widerstandsfähig und statisch belastbar
- ▶ Zur Fassadenbekleidung gibt es vielfältige Material- und Gestaltungsmöglichkeiten
- ▶ Das Bausystem gleicht unebene Fassadenoberflächen aus
- ▶ Solar- und haustechnische Komponenten lassen sich gut integrieren

TES EnergyFacade entwickelte einsetzbare Lösung

Das europäische Forschungsprojekt „TES EnergyFacade“ zeigt Lösungen auf, wie die Vorteile des vorgefertigten Holzbaus für die energetische Modernisierung des Gebäudebestands genutzt werden können. Damit lassen sich Baukosten genauer definieren, die Bauzeit vor Ort erheblich verkürzen



◀ Schritt 1: Aufmaß



◀ Schritt 2: Planung



◀ Schritt 3: Produktion



◀ Schritt 4: Montage



◀ Schritt 5: Gebäudeunterhalt

Ziel ist ein systematisierter und optimierter digitaler Arbeitsablauf.

Im Bestand sind Bauweisen gefragt, die sich schnell, wirtschaftlich und präzise umsetzen lassen.

► Steckbrief

Forschungsprojekt:

TES EnergyFacade (timberbased element systems for improving the energy efficiency of the building envelope)
www.tesenergyfacade.com

Projektleitung

Technische Universität München
D-80333 München

Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter,
Dipl.-Ing. Stephan Ott
www.hb.bv.tum.de

Fakultät für Architektur, Fachgebiet für Holzbau
Univ.-Prof. Hermann Kaufmann,
Dipl.-Ing. Frank Lattke
www.holz-tum.de

Praxispartner national:

Anton Ambros GmbH
D-87659 Hopferau
www.ambros-haus.de

Gumpp & Maier GmbH
D-86637 Binswangen
www.gumpp-maier.de

O.Lux Holzbau GmbH & Co.
D-91166 Georgensgmünd
www.o-lux.de

Projekt- und Praxispartner international: Finnland

- Aalto University School of Science and Technology, Helsinki
- Woodpolis Oy, NCC Rakennus Oy, Stora Enso Timber Oy Ltd., Puuinfo Oy, The Housing Finance and Development Centre of Finland, ARA, Kiinteistöliitto

Norwegen

- Norwegian University of Science and Technology, Trondheim
- Trebyggeriet AS

Ausschreibung:

WoodWisdom.net
FIN-00101 Helsinki, Finnland
www.woodwisdom.net

Förderung:

Bundesministerium für Bildung und Forschung
D-10115 Berlin
www.bmbf.de

und darüber hinaus auch die Gebäudehülle gestalterisch deutlich aufwerten.

Gerade bei öffentlichen Gebäuden wie Schulen, Kindergärten und Verwaltungsbauten, wo die Modernisierung bei laufendem Betrieb stattfinden muss, bietet der Einsatz möglichst komplett vorgefertigter Elemente entscheidende Vorteile gegenüber herkömmlichen Methoden.

Ein Ziel von „TES EnergyFacade“ ist ein systematisierter und optimierter digitaler Arbeitsablauf von der Bestandserfassung, Renovierungsplanung, Realisierung bis zum Gebäudeunterhalt. Der Datenfluss vom Aufmaß über die Planung bis zur Fertigung wird auf die Erfordernisse der digitalen Prozesskette abgestimmt.

Zur Umsetzung sind erfahrene und eng kooperierende Bauteams aus Architekt, Ingenieuren, Vermessern und einem Holzbauunternehmen notwendig. Ergebnis ist eine definierte Qualität zu einem definierten Preis.

Bauen im Bestand gewinnt an Bedeutung

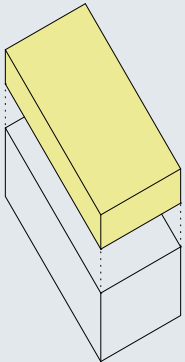
Ein Großteil des Baubestands, vor allem der Wohnungsbau der Jahre 1950 bis 1980, ist im Betrieb aufwendig und energetisch unzulänglich. Die Gebäude entsprechen meist auch nicht mehr den Bedürfnissen ihrer Nutzer. Die Gebäudehülle und die Gebäudetechnik stehen aufgrund ihrer erreichten Lebensdauer oft vor einer umfassenden Reparatur oder Erneuerung. Diese Tatsachen eröffnen dem Holzbau große Chancen, denn vor allem die unzureichende energetische Qualität der Bestandsbauten erfordert eine umfassende und integrale Modernisierungsmethode.

Hinzu kommt, dass die dicht besiedelten Stadträume kaum noch Grundstücke für Neubauten besitzen. Deshalb sind Strategien zur Aufwertung des Gebäudebestands durch Modernisierung und Nachverdichtung notwendig.

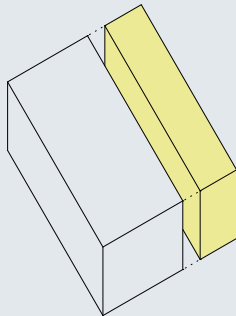
Im Gebäudebestand sind Bauweisen gefragt, die sich wirtschaftlich, schnell, störungsarm und präzise umsetzen lassen. Der Holzbau bietet dazu in unterschiedlichen Vorfertigungsstufen hervorragende Lösungen an. Rationalität und Präzision bestimmen den

Möglichkeiten der baulichen Interventionen im Gebäudebestand

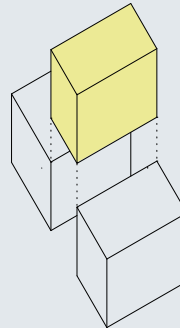
Unter Beachtung der baurechtlichen und konstruktiven Anforderungen wie Brandschutz, Erdbebensicherheit, Schallschutz, Standsicherheit des Bestandes, Baugrund/Setzungen, Gebäudeklassen/Baurecht, Abstandsflächen und Parkplätzen lassen sich im Bestand folgende Interventionen unterscheiden:



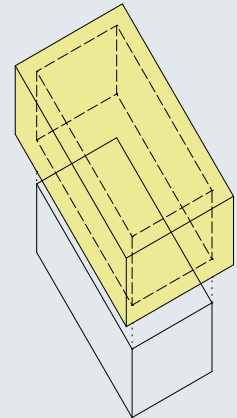
Aufstockung:
Vertikale Erweiterung unter Ausnutzung von Reserven der vorhandenen Tragstruktur



Anbau:
Horizontale Erweiterung durch Hinzufügen von neuen Räumen



Füllung:
Räumliche Schließung von Baulücken zwischen zwei Gebäuden



Hülle:
Verbesserung oder Ersatz der vorhandenen Gebäudehülle zur energetischen Modernisierung

Herstellungsprozess. Dabei ermöglichen standardisierte, optimierte und überwachte Fertigungsabläufe einen kontrollierten und hohen Qualitätsstandard.

Neben der Erfüllung der baurechtlichen Vorgaben sowie der ökonomischen und technischen Ziele einer umfassenden Modernisierung ist der Eingriff in den Gebäudebestand stets auch eine Veränderung der äußeren Erscheinung eines Gebäudes.

Das bietet die Chance, bestehende bauliche Strukturen mit Lösungen aufzuwerten, die einen hohen gestalterischen Anspruch aufweisen.

Dem Holzbau als leichter Bauweise bieten sich für diese Aufgabe vielfältige Einsatzmöglichkeiten – vom Ersatz flacher Fassadenbauelemente bis hin zu räumlichen Ergänzungen und Erweiterungen mit Raumzellen.

Der Holzbau bietet als leichte Bauweise viele Möglichkeiten für eine gestalterische Aufwertung des Bestands.

Impressum

Verlag:
WEKA MEDIA GmbH & Co. KG
Römerstraße 4
86438 Kissing
Telefon +49 82 33.23-0
www.weka.de
www.mikado-online.de

Diese Anschrift gilt auch für folgende Personen und Gesellschaften, sofern nicht anders lautend:

Herausgeber:
WEKA MEDIA GmbH & Co. KG

Geschäftsführer:
Stephan Behrens | Michael Bruns | Werner Pehland

Chefredakteur:
Dipl.-Betriebsw. (FH) Christoph M. Dauner (cm)
(verantwortl.)
Christoph.Dauner@weka.de

Redaktion dieser Ausgabe:
Dipl.-Ing. Günther Hartmann (gh)

Aboverwaltung:
Fon +49 82 33.23 40 40
service.handwerk@weka.de



Produktion:
Helmut Göhl (verantwortl.) | Silke Schwer

Konzeptionslayout, Grafik und Satz:
Popp Media Service
Herrenbachstraße 17 | 86161 Augsburg
Manfred Popp | Andreas Kollmann

Lithografie:
high end dtp-service
Herrenbachstraße 19 | 86161 Augsburg

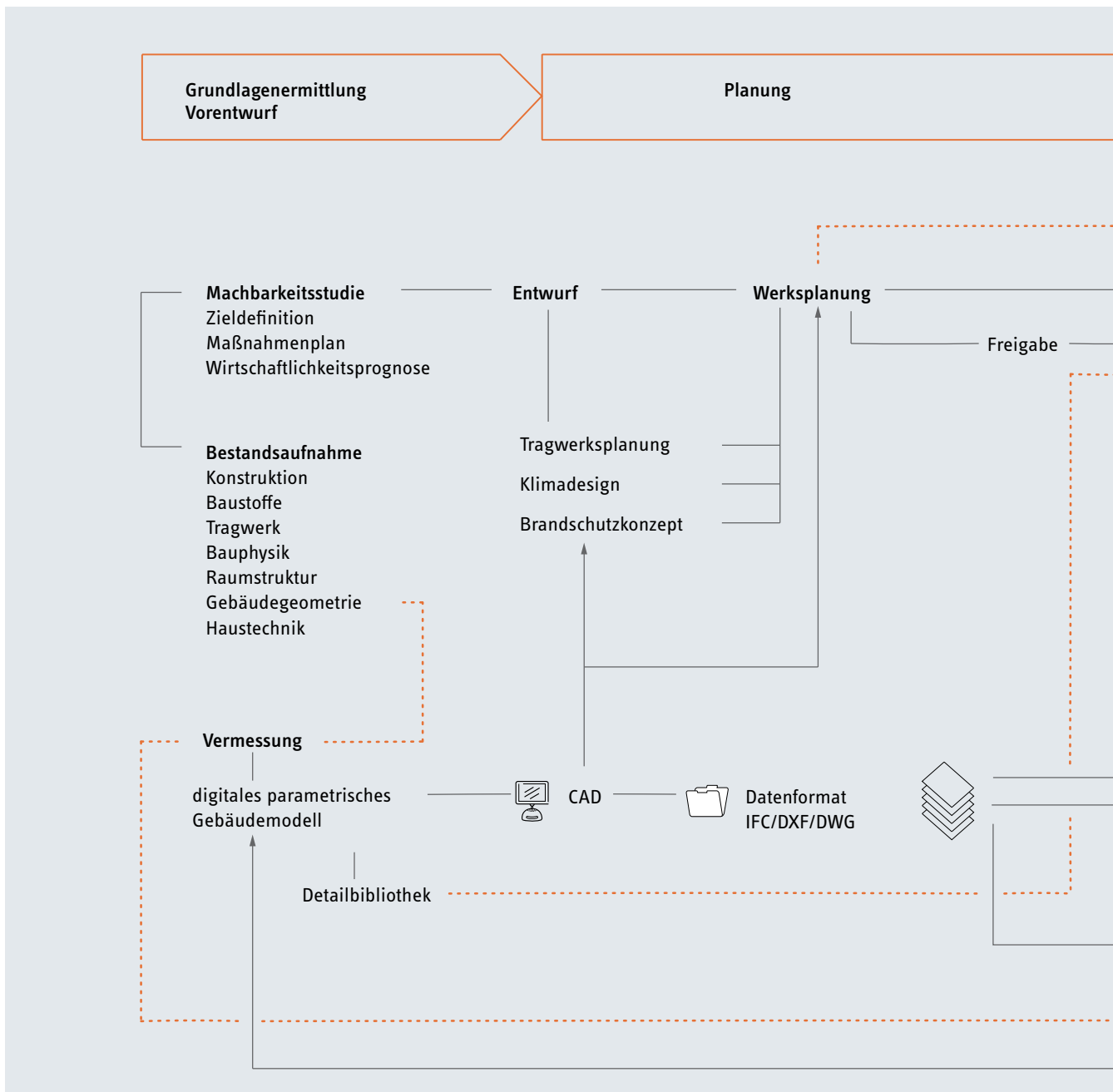
Druck:
Firmengruppe APPL | seller druck GmbH
Angerstraße 54 | 85354 Freising

WEKA ist bemüht, ihre Produkte jeweils nach neuesten Erkenntnissen zu erstellen. Die inhaltliche Richtigkeit und Fehlerfreiheit wird ausdrücklich nicht zugesichert. Bei Nichtlieferung durch höhere Gewalt, Streik oder Ausspernung besteht kein Anspruch auf Ersatz. Zum Abdruck angenommene Beiträge und Abbildungen gehen im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen in das Veröffentlichungs- und Verbreitungsrecht des Verlags über. Für unaufgefordert eingesandte Beiträge übernehmen Verlag und Redaktion keine Gewähr. Namentlich ausgewiesene Beiträge liegen in der Verantwortlichkeit des Autors. Die Quartalschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jeglicher Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Verlags und mit Quellenangabe gestattet. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung des Verlags strafbar.

Bauablauf

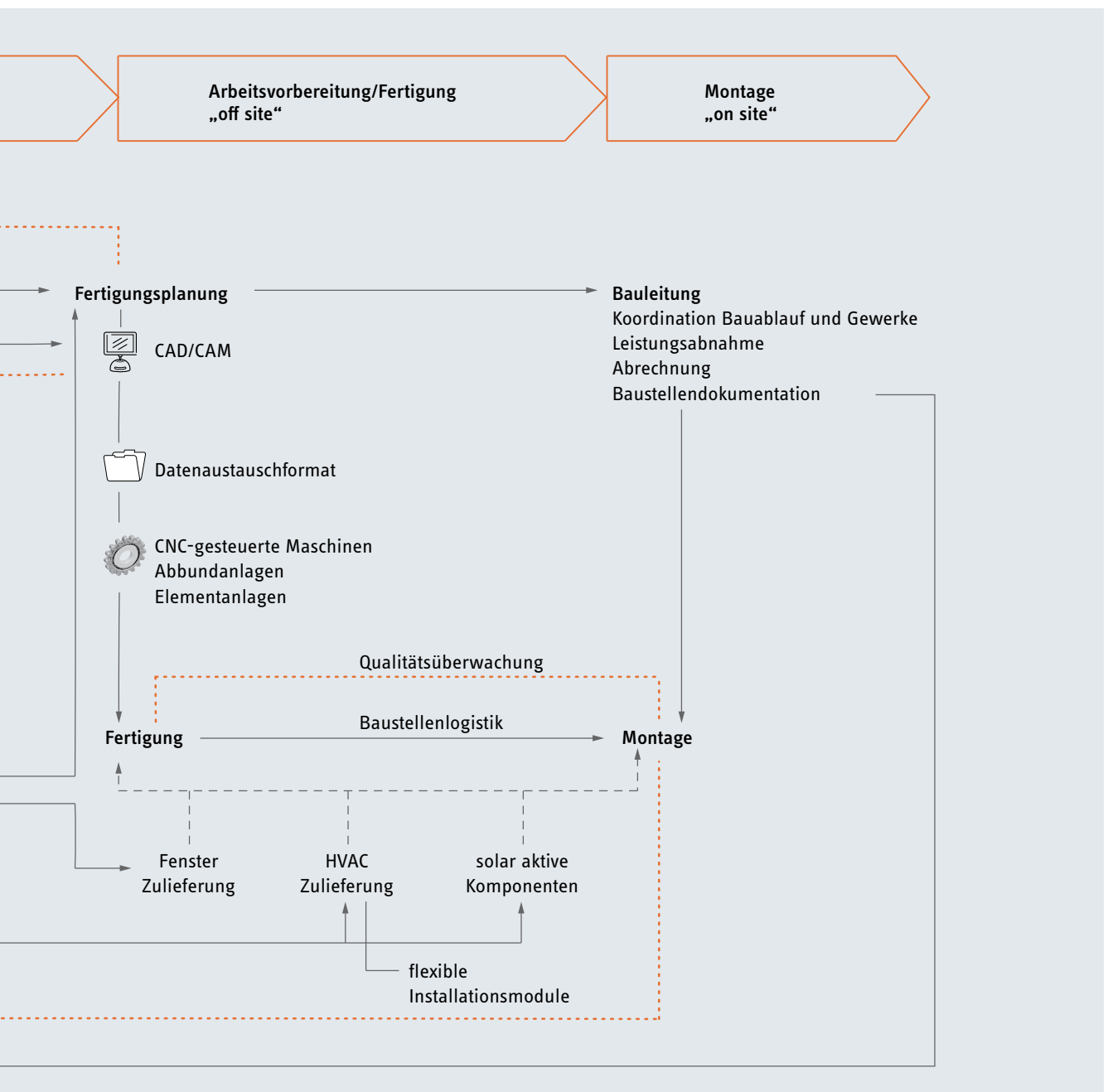
Hohe Präzision in allen Phasen

- Um die Vorteile vorgefertigter Holztafelelemente ausnutzen zu können, ist eine enge Teamarbeit zwischen Planern und Ausführenden sowie eine hohe Präzision und große Sorgfalt in allen Bauphasen nötig.



Ziel eines jeden Modernisierungsprojektes ist ein möglichst reibungsloser Planungs- und Ausführungsprozess auf Grundlage einer möglichst exakten Bestandserfassung. Die kommt als Erweiterung zum bekannten Bauablauf hinzu. Gerade die Anwendung vorgefertigter Holzbauelemente erfordert im Vorfeld eine sehr präzise Vermessung des Bestands, denn bei der Bauausführung waren früher die

Toleranzen sehr groß. Um etwaige Überraschungen im Baubetrieb möglichst auszuschließen, empfiehlt sich eine umfassende Bestandsaufnahme, die weit über die bloße Vermessung hinausgeht. So lassen sich frühzeitig notwendige Eingriffe aufgrund geänderter baurechtlicher Anforderungen und nicht mehr zeitgemäßer Bauausführung z.B. beim Brandschutz erkennen und bei der Planung berücksichtigen. ■



Gebäudeaufmaß

Moderne Messtechniken liefern exakte Ergebnisse

► Um die für eine exakte Planung notwendige Präzision bei der Bestandsaufnahme zu erhalten, sind moderne Messmethoden erforderlich. Dafür gibt es spezialisierte Ingenieurbüros.

Als Planungsgrundlage sind Bestandspläne meist nicht präzise genug oder oft auch gar nicht vorhanden.

Eine wesentliche Grundlage für die Erneuerung einer Fassade mit vorgefertigten Holzbauelementen ist die lückenlose und exakte Erfassung der Gebäudegeometrie. Bestandspläne aus der Genehmigungs- oder Ausführungsphase sind meist weder aktuell noch präzise genug – oder oft auch überhaupt nicht vorhanden.

Deshalb wird in den meisten Fällen ein Fassadenaufmaß neu zu erstellen sein. In der Regel sind zudem die tragenden Wandpositionen sowie die Deckenhöhen und Deckenstärken aufzunehmen, damit sich die Befestigung der Holztafelelemente mit der nötigen Sicherheit planen lässt.

Fassadenaufmaß

In frühen Projektphasen sind oft schnelle Aussagen gewünscht. Hier bieten sich einfache Messmethoden an.

Je nach Leistungsphase eines Projekts sind die unten vorgestellten Aufmaßmethoden unterschiedlich gut geeignet. In frühen Projektphasen sind oft schnelle Aussagen gewünscht und dazu sind verlässliche, wenn auch keine detaillierten Fakten über ein Objekt nötig. Hier bieten sich einfache Methoden wie Handaufmaß oder Einzelbildphotogrammetrie an.

Die Photogrammetrie bietet den Vorteil, auch im Büro noch eine lückenlose Dokumentation der Fassade in visualisierter Form bereitzustellen. Sie leistet auch in späteren Planungsphasen gute Dienste, um die frühen Betrachtungen zu vertiefen, die ersten schnellen Skizzen zu verfeinern und in Pläne umzusetzen. Die ersten Messbilder bieten eine sehr gute Grundlage für die Planung einer späteren professionellen Vermessung.

Gibt es schon frühzeitig Überlegungen in Richtung einer Vorfertigung von Modernisierungselementen, ist es empfehlenswert, ein Bauteam aus Architekt, Ingenieur und Vermesser mit der Planung zu beauftragen. Dies kann stufenweise erfolgen. Hiermit wird die Grundlage für eine lückenlose Bearbeitung von der verlässlichen Bestandsdokumentation über die integrale Planung bis zur Ausführung gewährleistet und werden gleichzeitig die Verantwortlichkeiten klar geregelt.

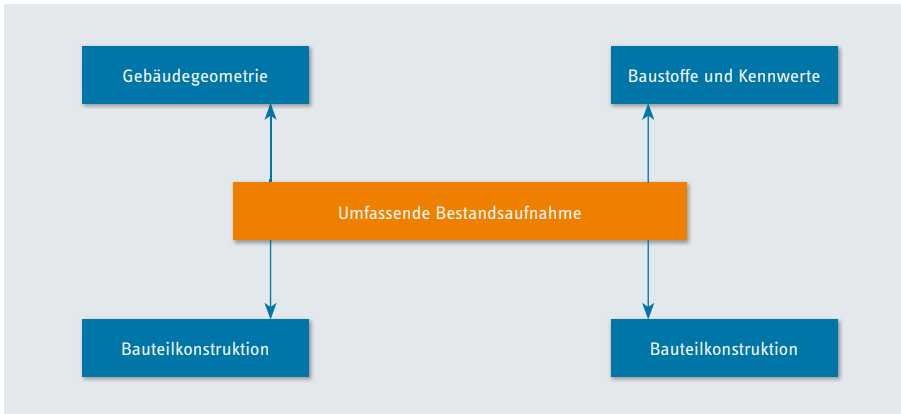
Aufmaßverfahren

Handaufmaß

Das klassische Handaufmaß soll der Vollständigkeit halber erwähnt werden, da es allen digitalen Verfahren als Ergänzung dienen kann. Gerade in den geometrisch oft schwierigen unteren Bereichen der Fensteröffnungen, die für die Optik der Messinstrumente verschattet ist, kann der obere Brüstungsabschluss exemplarisch aufgenommen werden. Mit dem Verfahren lassen sich jegliche Strecken im Aktionsradius des Messinstruments völlig richtungsunabhängig erfassen. Darin liegt allerdings auch die Krux: es fehlt die ergänzende, räumliche Dimension zur Strecke. Im Ergebnis fertigt man vor Ort Aufmaßskizzen oder überträgt die ermittelten Maße in vorhandenes Planmaterial.

Tachymetrie

Die Tachymetrie hat ihre Ursprünge im Theodolitenaufmaß. Sie ergänzt Winkelmessung in der Horizontalen und Vertikalen



durch berührungslose Distanzmessung. Das Messergebnis besteht aus einer Folge von einzelnen Polarkoordinaten der angemessenen Punkte, relativ zum festen Standort der Messstation. Jeder Messpunkt liegt sofort in digitaler Form vor. Außerdem erlaubt es die Vermessung ausgewählter, diskreter Punkte frei im Raum. Als diskret bezeichnet man einen geometrisch definierten Punkt, beispielsweise einen der äußeren Eckpunkte einer Fensterleibung.

Die auch als Totalstationen bezeichneten modernen Tachymeter ermöglichen ein robustes Verfahren, das universell einsetzbar ist und eine hohe bis sehr hohe Genauigkeit ermöglicht. Dabei ist die Hardware preiswert verfügbar und bereits für einige tausend Euro am Markt zu finden.

Um Verfahren und Geräte zu beherrschen, ist allerdings eine Schulung notwendig. Hinzu kommt, dass eine genaue Kenntnis der Messtechnik vorhanden sein muss, um größere Messungenauigkeiten zu vermeiden.

Photogrammetrie

Ebenfalls auf analoge Vorläufer zurückblicken kann die Mitte des 19. Jahrhunderts erfundene Photogrammetrie. Inzwischen wurden die Hardware, die Messkamera und die Verfahrensabläufe mittels Software digitalisiert. Damit eine einfache Digitalkamera zur Messkamera werden kann, müssen die optischen Parameter der Kamera bekannt sein und in die Auswertberechnungen der Software einfließen. Im Hinblick auf ihre Anwendungen im Bauwesen kann die Photogrammetrie in

Einzelbildphotogrammetrie und Mehrbildphotogrammetrie eingeteilt werden.

Die Einzelbildphotogrammetrie erlaubt es, aus einer bildlichen, fotografischen Aufnahme eines Objekts ein maßstäbliches, vermessbares Foto, das sog. „Messbild“, zu erzeugen. Aus diesem sind beliebige Strecken, Flächen und Winkel in der Messebene (= eine einheitliche Fassadenebene) erfassbar und können auf den tatsächlichen Maßstab umgerechnet werden.

Mit einer hochauflösenden Digitalkamera und einer speziellen Software lassen sich am Computer relativ einfach Messbilder herstellen. Dazu sind – zusätzlich zum Foto z.B. manuell – mehrere Messstrecken am Objekt aufzunehmen, die dann als Referenzstrecken zur Messbilderechnung dienen.

Nur eine genaue Kenntnis der Messtechnik kann ungenaue Messergebnisse vermeiden.

- ▼ Bei der Photogrammetrie bearbeitet eine Software die mit einer Digitalkamera aufgenommenen Gebäudefotos



► Die Tachymetrie erlaubt eine berührungslose Messung der Distanz zu frei wählbaren Gebäudepunkten



Die Photogrammetrie kommt den Sehgewohnheiten des Anwenders stark entgegen.

Die Mehrbildphotogrammetrie erzeugt aus mehreren Aufnahmen eines Objekts, die über ein Referenzpunktenetz miteinander verknüpft werden, dreidimensionale Raumkoordinaten diskreter Bildpunkte. Aus den errechneten Bildpunkten lässt sich ein Kanten- und ein Flächenmodell und somit eine Topografie eines Objekts ableiten, die allerdings nur so fein aufgelöst sein kann, wie das vom Anwender vorgegebene Punktenetz ist. Zur besseren Visualisierung kann die Oberfläche zudem mit Bildinformationen texturiert werden.

Die Photogrammetrie besticht durch ihre Einfachheit in der Bedienung und der

Visualisierung der Ergebnisse und kommt den Sehgewohnheiten des Anwenders stark entgegen. Die Einfachheit des Verfahrens und die geläufigen Werkzeuge dürfen jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Instrumente und Randbedingungen starken Einfluss auf die Messgenauigkeit haben. Die Methode ist einfach erlernbar und die benötigten Geräte stehen heutzutage fast jedem zur Verfügung. Auswertesoftware ist für wenige Hundert bis zu mehreren Tausend Euro am Markt verfügbar.

Terrestrisches Laserscanning (TLS)

Bei einem Scanvorgang entsteht als Ergebnis eine sog. „Punktwolke“ aus den unzähligen Einzelmessungen. Punktwolken enthalten Punktkoordinaten in fast beliebiger Dichte, abhängig vom Auflösungsvermögen des Messinstruments und den Größen der Messobjekte (Hunderttausende bis mehrere Millionen). Als ergänzende Information wird jedem aufgenommenen Punkt zusätzlich der Helligkeitswert der Reflexion des Laserstrahls zugewiesen: die sog. „Intensität“.

Die noch junge Aufmaßtechnik des Laserscanning gelangt durch speicher- und rechenstarke PCs für die Bearbeitung der Messergebnisse in Form von Punktwolken immer stärker in den Blickpunkt baulicher Anwendungen. Die Nachbearbeitung stellt nach wie vor den aufwendigsten Abschnitt des Scanverfahrens dar. Methoden,

Aufmaßmethoden

	Tachymetrie	Photogrammetrie	3D-Laserscanning
Geometrische Übereinstimmung	++	+	++
Detailgenauigkeit	+	++	+
Vollständigkeit Modell	o	+	++
Störungen durch äußere Einflüsse	o*	+	o*
Integration Innenraum	++	+	++
Analyse-Möglichkeiten	+	+	++

* Abwertung auf Grund von Anfälligkeit gegen Vibrationen sowie verschatteter Fassadenbereiche
 ++ sehr gut; + akzeptabel; o lückenhaft oder fehleranfällig

bei denen direkt in der Punktwolke entworfen und gemessen werden kann, bergen deshalb ein großes Potenzial und wurden im Forschungsprojekt eingehender untersucht. Die Anschaffungskosten sind momentan noch sehr hoch und reichen von über 60 000 bis weit über 100 000 Euro für die Hardware. Hinzu kommen noch erhebliche Kosten für die Auswertesoftware.

Die große Verschiedenartigkeit und die spezifischen Vorteile der jeweiligen Methode sprechen für eine Anwendung unterschiedlicher Messmethoden. Ein Beispiel ist die Verbindung von Mehrbildphotogrammetrie mit Tachymetrie. Man erfasst auf die Fassade applizierte Signalmarken tachymetrisch und nutzt sie als Referenzpunkte in den Fotos. Die für 3D-Laserscanner schwer erreichbaren Partien einer Fassade lassen sich schneller per Hand aufmessen, statt empfindliche Messinstrumente umständlich auf einem wackligen Gerüst zu platzieren.

Ein weiterer Vorteil der Kombinationen verschiedener Messverfahren liegt in der Erhöhung der Messgenauigkeit. Da die Messdaten der beschriebenen Verfahren digital vorliegen, ist ein gemeinsames Datenmodell relativ einfach herstellbar und bringt oft die projektabhängige Präzision. Zudem erlauben Kombinationen die Prüfung der Datenintegrität und damit eine wechselseitige Verifizierung einzelner Messkampagnen.

Aktuelle Tendenzen

Die Daten verschiedener Verfahren sind zwar nachträglich kombinierbar, was aber einen zusätzlichen Arbeitsaufwand bedeutet. Das erklärt eine sich abzeichnende Tendenz hin zu Hybridlösungen, bei denen mehrere Messmethoden in einer Geräteeinheit zusammengefasst sind. Eine Kombination aus Kamera und 3D-Laserscanner ist ein Beispiel dafür. Viele Hybridtechniken dienen dabei nicht nur der technischen Leistungssteigerung, sondern erlauben auch bessere Visualisierungen durch zusätzliche Informationen und tragen zur effizienteren Bearbeitung bei.

Ein vielversprechendes, integriertes Kombinationsprodukt, das speziell auf die Anforderungen für Fassadenaufmaße

ausgelegt ist, ist die sog. „Intelligente Totalstation“. Bei diesem Gerät handelt es sich um ein Tachymeter, das Scans geringeren Umfangs ausführen und damit auch Regionen abtasten kann.

Welche Methode für ein Fassadenaufmaß geeignet ist, das die Grundlagen für die Ausführungsplanung liefert, ist von Fall zu Fall zu entscheiden. Meist ist der Einsatz eines 3D-Laserscanners sinnvoll, da es das einzige Verfahren ist, mit dem man Geometrien auswerten und auf den gleichen Daten präzise Analysen der Ebenheit der aufgenommenen Flächen erstellen kann. Ansonsten lassen sich Tachymetrie, eventuell auch Mehrbildphotogrammetrie sinnvoll einsetzen. In der Praxis wendet man in der Regel verschiedenen Methoden gleichzeitig an.

Bestandsgebäude sind nicht in einem System von eng definierten Toleranzen zu greifen. Gerade deswegen besteht für das Aufmaß die Anforderung nach hoher Genauigkeit, um die Elemente maßfertigen zu können. Die geometrische Präzision resultiert aus den Genauigkeiten der Messinstrumente und -verfahren. Die vorgeschlagenen Genauigkeiten stellen einen Kompromiss zwischen einem wirtschaftlichen Aufmaß und präzisen Daten für die Fertigungsplanung dar. ■

In der Praxis wendet man meist verschiedene Messmethoden gleichzeitig an.

Toleranzen		
	Sollwert nach DIN 18202 „Toleranzen im Hochbau“	Anforderung an die Genauigkeit beim Aufmaß
Bauwerk (Grundriss) bis L = 30 m	bis ± 24 mm	± 10 mm
Lichte Maße im Grundriss (Pfeiler, Stützen) bis L = 30 m	bis ± 30 mm	
Fassadenflächen bis L = 30 m	bis ± 30 mm	
Öffnungen und Komponenten (Fenster) bis L = 6 m	bis ± 16 mm	± 10 mm
Fensteröffnungen oberflächenfertig (Leibung) bis L = 6 m	bis ± 12 mm	± 10 mm
Ebenheit Wandflächen	bis ± 25 mm	± 8 mm

Basiselement

Aufgabe definiert Vorfertigungsgrad

- Je höher der Vorfertigungsgrad der Holzbauelemente, desto schneller und präziser ist die Montage auf der Baustelle. Das erfordert ein sehr hohes Maß an Disziplin in der Planung.

Die Modernisierung der Gebäudehülle von Bestandsbauten mit einem möglichst weit vorgefertigten Bausystem zeichnet sich durch Präzision und Geschwindigkeit der Bauabläufe vor Ort aus. Dabei ist ein möglichst hoher Vorfertigungsgrad Prämisse für die Herstellung großer Elemente vom hochwärmedämmten Tafелеlement bis zur Raumzelle für die Erweiterung.

Ausgehend von den lastabtragenden und statisch wirksamen Bauteilen sind unterschiedliche Vorfertigungsstufen möglich: vom Abbund einzelner Bauteile über die Herstellung von ungedämmten Tafелеlementen bis zu fertigen Wand-, Decken- und

Dachelementen, die schon sämtliche Bauteilschichten und auch die Fenster enthalten. Raumzellen sind im Werk gefügte Module aus Decken- und Wandelementen, die einbaufertig auf die Baustelle transportiert und dort zusammengesetzt werden.

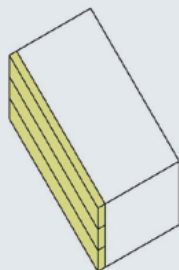
Die Wahl der jeweiligen Vorfertigungsstufe ist abhängig von der Bauaufgabe und den technischen Möglichkeiten, wobei die Anforderungen an ein präzises Aufmaß mit dem Grad der Vorfertigung steigen.

Prinzipiell besteht das TES-Element aus einer statisch wirksamen Tragstruktur, einer Dämmschicht und einer wasserführenden Bekleidungsebene. Dabei ist der

Unterscheidung der Elemente in horizontale, vertikale und raumbildende

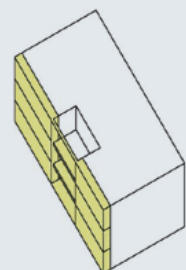
Horizontal:

- Geschossweise Montage
- Ablastung geschossweise oder im Sockelbereich
- + Geschosshohe Elemente lassen sich montagefertig anliefern



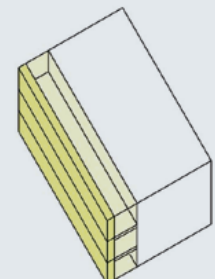
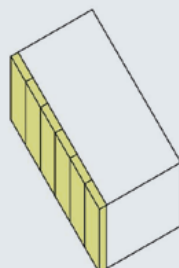
Raumbildend:

- Neue Gebäudehülle integriert bestehende Raumvolumen (z.B. Loggien oder Gebäudeversprünge) oder erweitert als Raumzelle das Gebäude
- + Glasfassaden lassen sich systemkonform integrieren
- + Räumliche Erweiterungen und neue Fassadenelemente an anderen Gebäudeteilen sind durch das Bausystem exakt aufeinander abgestimmt



Vertikal:

- Gebäudehohe vorgefertigte Elemente
- Gebäudehohe Elemente müssen zwischen Transport und Montage gedreht werden
- + Ablastung im Sockelbereich bei Tragstrukturen ohne zusätzliche Lastreserven



Einsatz der bekannten Palette von Bekleidungswerkstoffen möglich:

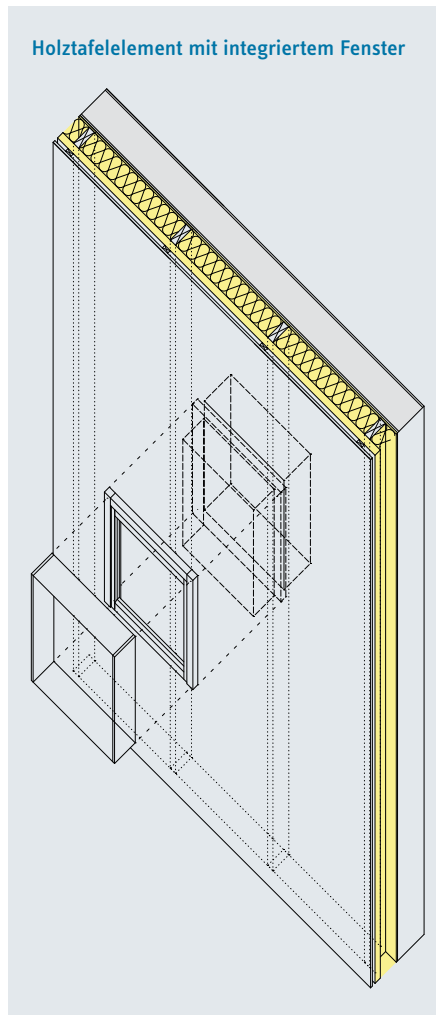
- ▶ lineare, stabförmige wie z.B. Brett- oder Leistenschalungen
- ▶ flächige wie z.B. Holzwerkstoffplatten, Zementfaserplatten, Glas oder Blech

Die Integration von Fenstern, Pfosten-Riegel-Fassaden, solaraktiven Fassaden oder solarenergetischen Komponenten ist aufgrund der Modulgrößen und verwandten Konstruktionssystematik mit der Holzbauweise kompatibel und gut in das vorgefertigte Bauelement integrierbar.

Fugen- und Anschlussdetails, die sich im Neubaubereich bewährt haben, gewährleisten die bauphysikalische Funktion der Fassade. Entscheidend sind die konstruktiven Gegebenheiten des Gebäudes. Brandschutz, Luftdichtheit und Schallschutz sind sicherzustellen. Eine hohlraumfreie Konstruktion verhindert unkontrollierbare Konvektion und Brandweiterleitung. Dabei lassen sich unterscheiden:

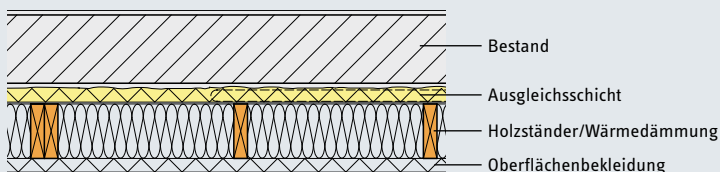
- ▶ Befüllung der Elemente mit Wärmedämmung im Werk
- ▶ Befüllung der Wärmedämmung nachträglich auf der Baustelle

Bei der Befüllung auf der Baustelle ist ein längerer Bauablauf ebenso einzukalkulieren wie der Mehraufwand für den nachträglich winddichten und eventuell feuchte-sicheren Verschluss der Füllöffnungen. ■

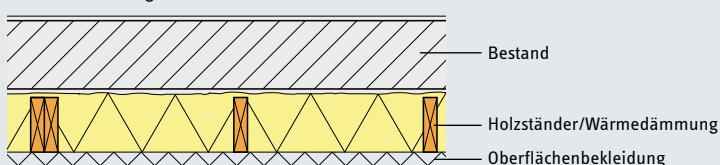


Basiselemente

Im Werk gefülltes Bauteil



Auf der Baustelle gefülltes Bauteil



Brandschutz

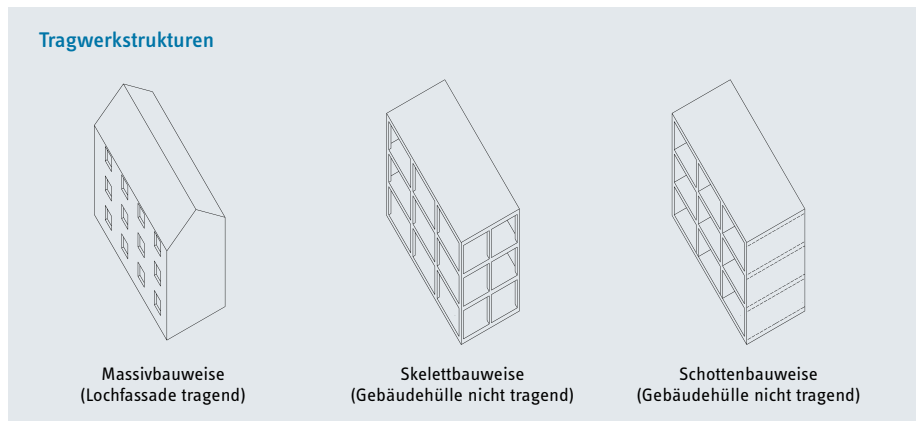
Feuer halbe Stunde widerstehen

► Damit sich bei großen, mehrgeschossigen Gebäuden keine Flammen über die Fassade ausbreiten können und keine Fassadenteile herabfallen, sind die Brandschutzbestimmungen sorgfältig einzuhalten.

Die Befestigung sollte verdeckt ausgeführt oder durch Holz ausreichend geschützt sein.

Für die Auslegung der vorgefertigten TES-Fassadenelemente gelten grundsätzlich die jeweiligen Landesbauordnungen sowie die entsprechenden Normen wie z.B. die DIN 4102 und DIN EN 13501. Bei den Gebäudeklassen 4 und 5 verlangen die Bauordnungen für Fassaden als Bauteil „W30-B“ oder „nicht brennbaren Baustoff“ und für Fassadenbekleidungen die Baustoffklassifizierung „schwerentflammbar“ bzw. „erlaubt als Sonderkonstruktion brennbare

Baustoffe“. Auch die Befestigung der TES-Fassadenelemente muss der geforderten brandschutztechnischen Klassifizierung der Außenwand entsprechen, also 30 Minuten feuerwiderstandsfähig sein. Sie sollte verdeckt ausgeführt oder durch Holzquerschnitte ausreichend lange geschützt sein, um ein Versagen der Verbindung zu vermeiden. Für den Brandfall muss sichergestellt sein, dass keine großformatigen Teile von der Fassade herabfallen können. ■



Bestandsbauweise		
Außenwand tragend	Außenwand nicht tragend	
Mauerwerks- oder Stahlbetonwände, raumabschließend, mit Fensteröffnungen	Stahlbetonstützen und -deckenkanten, raumabschließend Fassadensysteme oder massive Wände, Metall- oder Holzkonstruktionen (ggf. rückgebaut)	Stahlbetonwände und -deckenkanten, raumabschließend Fassadensysteme oder massive Wände, Metall- oder Holzkonstruktionen (ggf. rückgebaut)
Oberfläche: Putzschicht vollflächig (ggf. ergänzt)	Fassade oder nur Oberfläche/Bekleidung wird entfernt	

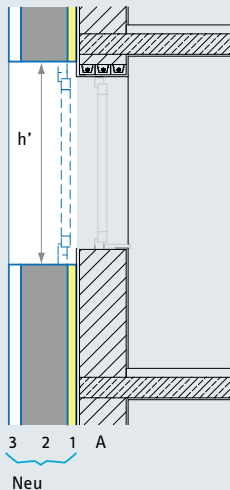
Anforderung Außenwand GK 5

	Außenwand tragend, raumabschließend	Außenwand nichttragend, raumabschließend
Tragstruktur	REI 90 (F90)	R 90 (F90)
Außenwand		EI 30 (min. W 30)
Oberfläche (Bekleidung)	A2-s1,d0 (A)	mind. C-s3,d2 (B1 / [B2])

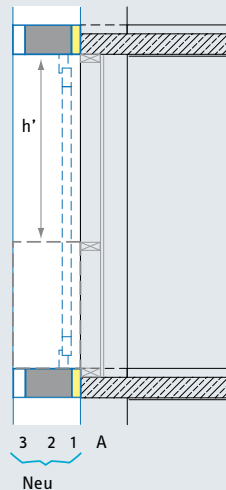
Außenwandaufbau in der Brandschutz-Systematik

Die Ausgleichsschicht (1) ist gekapselt zwischen Bestand und Fassadenbauteil. Das selbsttragende TES-Element (2) ist als Bauteil zu betrachten und muss den Anforderungen der Bauordnung entsprechen. Die Bekleidungsebene (3) hat die Anforderung gemäß der Baustoffklassifizierung zu erfüllen.

Lastabtragende Außenwand; TES nicht raumabschließend



Nicht lastabtragende Außenwand; TES raumabschließend



- A Bestand
- h' Öffnungshöhe
- 1 Ausgleichsschicht
- 2 TES-Element
- 3 Fassadenbekleidung

Die Bauordnung definiert das TES-Fassadenelement, die Baustoffklassifizierung die Bekleidungsebene.

Brandschutzmaßnahmen Gebäudeklassen 4 und 5

	Außenwand tragend (Mauerwerk oder Stahlbeton)	Außenwand nichttragend (Fassadensysteme oder massive Wände)
Bestehende Tragstruktur	keine Änderung der raumabschließenden Funktion* REI 90 (F90)	keine Änderung R 90 (F90)
Verankerung	A2-s1,d0 oder (A)	
Spalt bzw. Ausgleichsschicht	Geschosstrennung → Schott	
TES EnergyFacade Element	EI 30 (W30)	EI 30 (W30)
Oberfläche/Unterkonstruktion	C-s3,d2 / [E-d2] (B1 / [B2]) (Sonderkonstruktion, wenn allg. Schutzziel erfüllt)	

* abgesehen von Vergrößerungen der Fensteröffnungen z.B. durch Entfernung der Brüstungen oder die Ergänzung weiterer Öffnungen

Lastabtragung

Bestand muss Fassade tragen

► Auch leichte TES-Fassadenelemente haben ein Gewicht, das die bestehende Konstruktion aufnehmen muss. Vier Grundprinzipien gibt es. Welche statisch möglich sind, sollte das Bauteam früh prüfen.

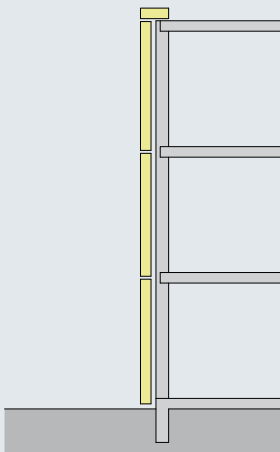
Die Art der Befestigung hängt von der Elementgröße und den konstruktiven Möglichkeiten ab.

Die möglichen Zusatzlasten durch die TES-Fassadenelemente muss das Bestandsgebäude aufnehmen. Grundsätzlich ist deshalb vorher die Tragfähigkeit von dessen Konstruktion genau zu untersuchen. Die Art der Befestigung und deren Dimensionierung hängt von der jeweiligen Elementgröße und den konstruktiven Möglichkeiten für eine Lasteinleitung ab. Die Tragwerksplanung nach den anerkannten Regeln der Technik muss unbedingt ein entsprechender Ingenieur in enger Abstimmung mit den anderen Akteuren des Bauteams durchführen. Bei einer Aufstellung im Sockelbereich ist auf einen konstruktiven Holzschutz zu achten. ■

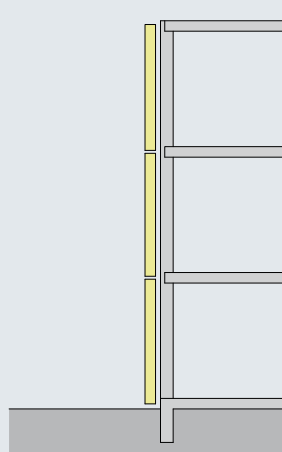


GUMPP & MAIER

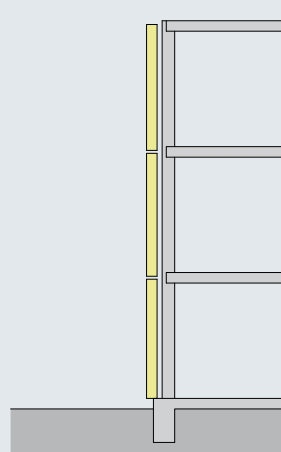
Lastabtragung



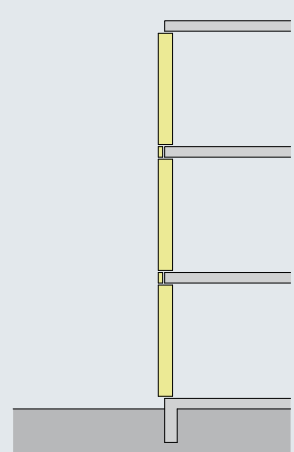
Abgehängt:
Lastabtragende Aufhängung an bestehender Konstruktion (auch in Verbindung mit Aufstockung möglich)



Angehängt:
Geschossweise Befestigung der Fassadenelemente an die Konstruktion (Geschossdeckenkanten)

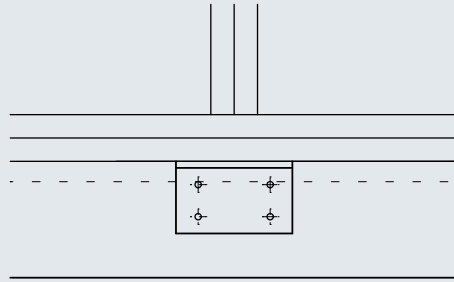
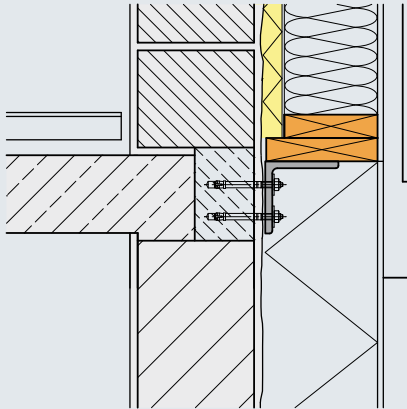


Aufgestellt:
Lastabtragung der gesamten Fassade im Sockelbereich über Konsole oder Fundament

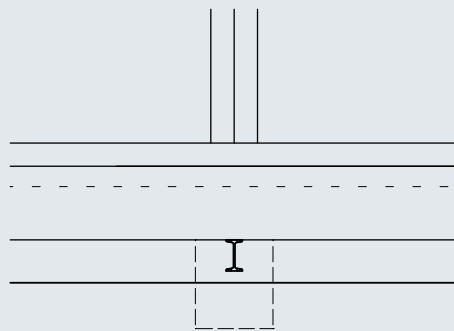
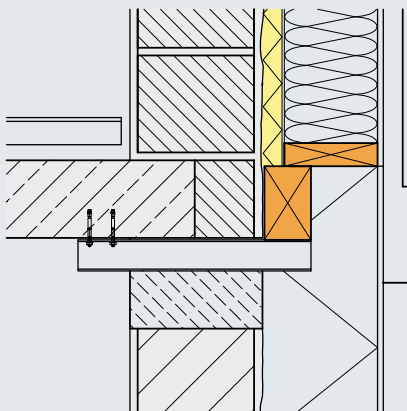


Eingestellt:
Geschossweises Einstellen der Fassadenelemente in die bestehende Tragstruktur

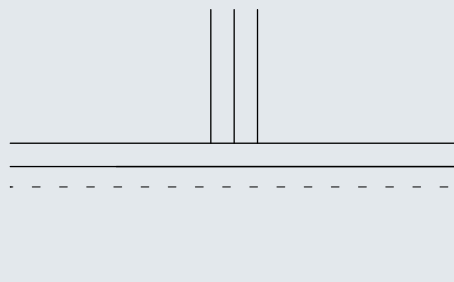
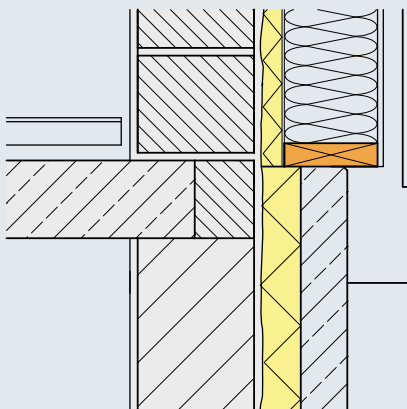
Beispiele für Abtragung der Vertikallasten am Fußpunkt



Konsole:
L-Winkel als Konsole mit
Auflagerbohle;
Austausch der Vor-
mauerung
durch Verpressmörtel



Kragträger:
IPE-Profil als Wippe durch
Außenwand;
Befestigung unter
Kellerdecke;
Verschluss der Öffnung
mit Verpressmörtel



Fundament:
Betonfertigteil, frostfrei
gegründet und
thermisch entkoppelt

Anschlüsse

Toleranzen elegant ausgleichen

► Außenwände von Bestandsbauten weisen oft Unebenheiten von mehr als 5 cm auf. Beim Anschluss präzise gefertigter TES-Fassadenelemente entstehen deshalb zwangsläufig Fugen, die richtig zu füllen sind.

► Aufbringen von Mineralfaserdämmstoff auf die Bestandswand (Untergrund: Heraklith)

►► Elementabschluss im Brüstungsbereich



Eine geeignete Dämmung kann den Spalt und dessen variierende Breite ausgleichen.

Der Hohlraum zwischen dem ebenen TES-Fassadenelement und der meist ziemlich unebenen Bestandsfassade muss gefüllt sein, um die Anforderungen aus dem Brandschutz und der Bauphysik zu erfüllen. Eine geeignete Dämmung kann den Spalt und dessen variierende Breite ausgleichen. Grundsätzlich sind die Dämmstoffe in Abhängigkeit von der Gebäudeklasse und den jeweiligen Brandschutzanforderungen zu wählen. Bei einer entsprechenden Kapselung der TES-Fassadenelemente und der

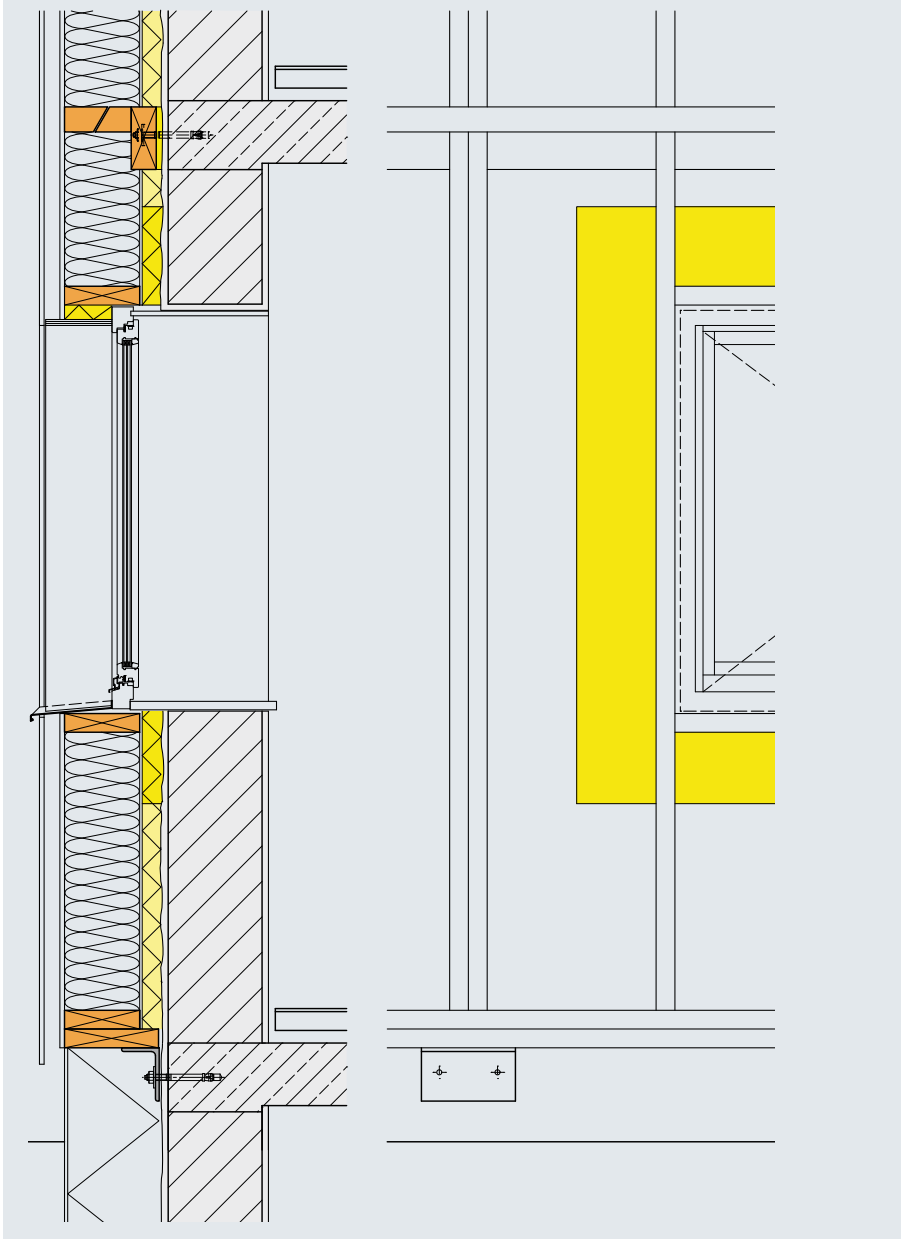
Verwendung von nichtbrennbaren Baustoffen an den Öffnungsrändern lassen sich auch organische Dämmmaterialien der Baustoffklasse C-s3,d2 (E-d2) nach DIN: B1 (B2) einsetzen.

Durch ein exaktes Aufmaß und eine sorgfältige Planung des gesamten Bauablaufs mit den erforderlichen Toleranzen lassen sich bereits bei der werkseitigen Vorfertigung die Fenster in die TES-Fassadenelemente einbauen, ohne dass bei der Montage Nachbesserungen nötig sind. ■

Füllvarianten

Vor der Montage:	Nach der Montage:
Dämmstofflage (z.B. Mineralwolle) auf das Element oder den Bestand	Einblasen des Dämmstoffs
Kraft zur Komprimierung des Dämmstoffes	Einfacher Ausgleich der Unebenheiten
Definition der Dämmstoffdicke und Berücksichtigung der Unebenheiten	Definition der Spaltbreite und Füllöffnungen

Fensterdetail



ALLE BILDER: FACHGEBIET HOLZBAU

▲ Luftdichter Anschluss an die Fensterleibung mit zweilagigen Gipskartonplatten

► Autoren

Technische Universität München

Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen, Lehrstuhl Holzbau und Baukonstruktion, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, Dipl.-Ing. Stephan Ott
www.hb.bv.tum.de

Fakultät für Architektur, Fachgebiet Holzbau, Univ.-Prof. Hermann Kaufmann, Dipl.-Ing. Frank Lattke
www.holz-tum.de



mikadoplus ist das vierteljährliche
Themenmagazin exklusiv für ***mikado***-Abonnenten.

Sie erreichen den Abo-Service unter

Telefon +49 82 33.23 40 40

Fax +49 82 33.23 72 30

E-Mail service.handwerk@weka.de